

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-252269

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

E 0 4 G 21/08

E 0 4 G 21/08

H 0 2 P 7/63

3 0 3

H 0 2 P 7/63

3 0 3 V

// H 0 2 P 6/18

6/02

3 7 1 S

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-76522

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月11日

(71) 出願人 000190194

信濃電気株式会社

東京都文京区千石1-23-11

(71) 出願人 000175386

三笠産業株式会社

東京都千代田区猿楽町1丁目4番3号

(72) 発明者 近田 拓也

長野県茅野市豊平480番地 信濃電気株式

会社茅野工場内

(72) 発明者 塩野谷 晃伸

埼玉県南埼玉郡白岡町大字下大崎15-1

三笠産業株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 大沼 浩司

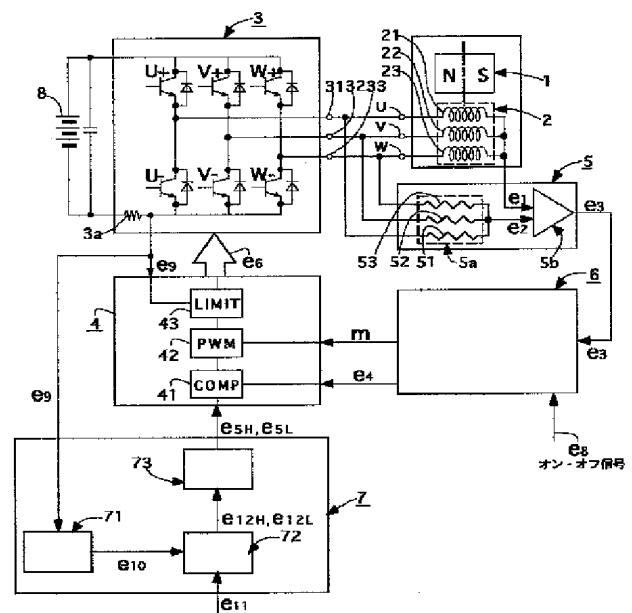
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリートパイブレータ

(57) 【要約】

【目的】 コンクリートの投入開始時は自動的に高回転数となって脱泡を迅速に行い、一応満足できる締め固め強度が得られたら自動的に低回転数となってコンクリートの脱泡を緩やかに継続しかつコンクリート成分の分離の促進を抑制し得るコンクリートパイブレータ。

【構成】 コンクリートパイブレータのモータの速度指令制御回路7を、モータ電流に比例した電圧 $e_9$ を検出し閾値電圧 $e_{11}$ と比較し検出電圧 $e_9$ が閾値電圧 $e_{11}$ よりも大きいときは脱泡が短い締め固め時間で終了し得るようにモータを高回転数させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、また検出電圧 $e_9$ が閾値電圧 $e_{11}$ よりも小さいときはモータを低回転数させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 速度指令制御回路から出力する速度指令信号に基づいてモータ回転数を可変し得るコンクリートバイブレータにおいて、

前記速度指令制御回路は、モータ電流に比例した電圧を検出し検出電圧がコンクリートの投入により一定値以上に高くなるときは振動が大きくなり脱泡が短い締め固め時間で終了し得るようにモータを高回転させる速度指令信号を出力し、締め固め時間が経過して検出電圧が一定値以下に低くなるときは振動が小さくなるようにモータを低回転させる速度指令信号を出力するように構成されていることを特徴とするコンクリートバイブレータ。

【請求項2】 前記速度指令制御回路は、モータ電流に比例した電圧を検出し閾値電圧と比較し検出電圧が閾値電圧よりも大きいときはモータを高回転させる速度指令信号を出力し、また検出電圧が閾値電圧よりも小さいときはモータを低回転させる速度指令信号を出力するように構成されていることを特徴とする〔請求項1〕に記載のコンクリートバイブレータ。

【請求項3】 前記速度指令制御回路は、モータ電流に比例した電圧を検出し検出電圧を平均化するフィルタ回路と、前記平均化電圧を入力して該平均化電圧が予め入力設定される単一の閾値電圧と比較して大きいときは高レベルの速度指令切替信号を出力しまた小さいときは低レベルの速度指令切替信号を出力する速度指令切替回路と、前記速度指令切替回路から速度指令切替信号を入力するようになっていて、高レベルの速度指令切替信号を入力したときはモータを高回転させる速度指令信号を出力し、また低レベルの速度指令切替信号を入力したときはモータを低回転させる速度指令信号を出力するようになっている速度指令回路とからなることを特徴とする

〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載のコンクリートバイブレータ。

【請求項4】 前記速度指令制御回路は、モータ電流に比例した電圧を検出し大小二つの閾値電圧のいずれかと比較するようになっていて、コンクリートの投入により検出電圧が閾値電圧（小）よりも大きくなるときは、振動が大きくなって脱泡が短い締め固め時間で終了し得るようにモータを高回転させる速度指令信号を出力しかつ閾値電圧（小）から閾値電圧（大）に切り替えるときともに、締め固め時間が経過して検出電圧が閾値電圧（大）よりも小さくなるときは、振動が小さくなるようにモータを低回転させる速度指令信号を出力しかつ閾値電圧（大）から閾値電圧（小）に切り替えるように構成されていることを特徴とする〔請求項1〕に記載のコンクリートバイブレータ。

【請求項5】 前記速度指令制御回路は、モータ電流に比例した電圧を検出し検出電圧を平均化するフィルタ回路と、平均化電圧と閾値電圧を入力して平均化電圧が閾値電圧（小）よりも大きいときは高レベルの速度指令切

替信号を、また平均化電圧が閾値電圧（大）よりも小さいときは低レベルの速度指令切替信号を出力する速度指令切替回路と、前記速度指令切替回路から高レベルの速度指令切替信号を入力したときはモータを高回転させる速度指令信号を出力し、また前記速度指令切替回路から低レベルの速度指令切替信号を入力したときはモータを低回転させる速度指令信号を出力する速度指令回路と、前記速度指令切替回路から出力する速度指令切替信号を前記速度指令回路に入力する前位置で分岐入力して、該速度指令切替信号が、モータを高回転させる速度指令切替信号から低回転させる速度指令切替信号に切り替えるときは遅延時間経過後に閾値電圧（小）を前記速度指令切替回路に切り替え出力し、またモータを低回転させる速度指令切替信号から高回転させる速度指令切替信号に切り替えるときは遅延時間経過後に閾値電圧（大）を前記速度指令切替回路に切り替え出力する閾値電圧切替回路からなることを特徴とする〔請求項1〕又は〔請求項4〕に記載のコンクリートバイブレータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、投入したばかりのコンクリートに振動を与えてコンクリート内の気泡を浮上させることにより空隙を消失させもってコンクリートを締め固めるコンクリートバイブレータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】投入したばかりのコンクリートに振動を与えると、コンクリート内の気泡が浮上して空隙が消失するとともに比重の違いから成分分離が生じる。コンクリートの締め固め強度は、脱泡量及び成分分離量と密接な関係がある。脱泡が大きければコンクリート強度は増すが、同時に成分分離が始まり、成分分離が大きくなると脱泡が十分に行われたにも係わらずコンクリート強度は小さくなる。このように、コンクリートに振動を与えると脱泡と成分分離が同時に進行する以上、振動を与える時間が長すぎると脱泡による締め固め強度の増大が図れず成分分離によるコンクリート強度の減小の影響が大きくなるから、振動を与える時間を必要最小限にして効果的な脱泡を行うとともに成分分離の増大を未然に回避することがコンクリートの打設に際して要求される。従来のコンクリートバイブレータには、特開昭59-2163863号と実開昭60-150261号がある。特開昭59-2163863号は、生コンクリートのスランプ値に対応した設定信号を入力するとともに、打ち継ぎ時間に対応した設定信号を入力することにより、コンクリートの種類に応じた振幅と振動数と時間を決定して、打ち継ぎ時間が長い場合には小さな振動を与えて脱泡を行い、また打ち継ぎ時間が短い場合には大きな振動を与えて脱泡を行うものである。実開昭60-150261号は、時間の開始を自動的に決定できるようになっていてコンクリート、砂利等の配合条件に応じた締め固め時間を入力設定して時間管理を適切

に行い締め固めするものである。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭59-2163863号は、①コンクリートのスランプ値に対応した設定信号を入力する面倒、及び打ち継ぎ時から次の打ち継ぎ時までの時間に対応した設定信号を入力する面倒があり、スランプ値及び締め固め時間に対応した設定信号を入力するには経験が必要であり誰でもが適当に時間設定できるものではない、②コンクリートの打ち継ぎ量が変わったときは設定してある打ち継ぎ時間が不適切になり、脱泡が不完全となるか、脱泡が終了しても振動を加え続ける結果になり成分分離が大きく進行してしまう。また、実開昭60-150261号は、①コンクリート、砂利等の配合条件に対応した締め固め時間を設定する面倒があり、締め固め時間を設定するには経験が必要であり誰でもが適当に時間設定できるものではない、②設定時間が適切でなく設定時間が短い場合には脱泡が十分でなく、また設定時間が長い場合には成分分離が大きく進行するから脱泡が十分に締め固めができてもかえって脆くなる、③締め固め時間が経過するとモータが駆動停止するので分かるが、コンクリート、砂利等の配合条件が変わったときはその都度に締め固め時間を変更設定してモータを再駆動する面倒がある。要するに、いずれの場合も同様の問題点が存在している。

【0004】これらのことから、開発テーマとして以下の項目が提起された。

- ①コンクリートの種類に応じたスランプ値を入力設定する必要がなく、また打設量が変わって締め固め時間が変わっても振動時間を入力設定する必要がないこと。
- ②振動時間等の入力設定が全くないのに打設開始時・締め固め終了時が判別できるものであること。
- ③脱泡が一応終了しかつ成分分離が大きく進行する前までの締め固め時間が、打設時間よりも短くなるように、脱泡できるモータ回転数に設定されていて、コンクリートの種類及び打設量にいかんにかかわらず脱泡が迅速に行われること。
- ④脱泡が一応終了するまでの締め固め時間が経過した後は停止することなく振動を抑えて成分分離の進行を回避できること。
- ⑤締め固め開始及び終了が判別できること。
- ⑥コンクリートの打設を行うと、振動が大きく復帰して次の作業ができること。

【0005】本願の発明者らは、気泡量及び分離量と時間との関係、仕事量及び電圧値と時間との関係について考察したところ、図5に示すグラフを得た。図5(a)、(b)はコンクリートバイブレータのモータを12,000r.p.m.で回転させた場合であり、図5(c)、(d)はコンクリートバイブレータのモータを6,000r.p.m.で回転させた場合である。なお、図5中、気泡量とはコンクリートの単位体積当たりの残留気泡のことであり、分離量とは

砂利と、砂と、セメントとがミキサーで万遍なく混練された分散状態から打設後コンクリートバイブレータの振動によって比重が相違する成分毎に分かれていく度合であり、仕事量とはモータの振動エネルギーと等量ではなく該振動エネルギーが締め固めに寄与した分であり、電圧値とはコンクリートバイブレータのモータ電流に対応する電圧値のことである。なお、振動エネルギーの計算式は以下の式で示される。

振動エネルギー＝(偏心振り子の角速度)<sup>2</sup> × (偏心振り子の重さ) × (偏心振り子の回転中心から重心までの変位) ÷ (重力加速度)

図5(a)と図5(b)について考察し以下の知見を得た。12,000r.p.m.のときの気泡量及び仕事量はそれぞれ略双曲線変化を示して短時間に0%近くまで減少する。電圧値も気泡量及び仕事量に略対応して短時間に略双曲線変化を示して減少し一定値に安定する。図5(c)と図5(d)について考察し以下の知見を得た。6,000 r.p.m.のときの気泡量は、二倍以上の時間をかけてゆっくりと減少していき長時間経ってもかなりの量が残留する。仕事量及び電圧値はそれぞれ初期値が小さくて長時間にわたりゆるやかな傾斜で曲線変化して0%近くまで減少する。図5(a)と図5(c)について考察し以下の知見を得た。分離量はいずれの場合も時間に略比例する。線の勾配係数は、振動エネルギーの大きさと略比例し、図5(a)の勾配係数と図5(c)の勾配係数は、約3対1の比になる。図5(a)において、コンクリートバイブレータを駆動して時間eが経過すると気泡量を示す線aと分離量を示す線bが点cで交わる。点cでの分離量dは、締め固め強度に悪影響を及ぼすことはない。点cでの気泡量dを除くにはさらに時間fが経過するまでコンクリートバイブレータを駆動しなければならない。時間fが経過するまでコンクリートバイブレータを駆動して気泡量を0%としても、このときの分離量gは、点cでの分離量dの約二倍となって締め固め強度を低下させることとなる。従って、コンクリートバイブレータを駆動して時間eが経過した後の分離量の増大を回避する必要がある。12,000回転で打設工事をする場合は、コンクリートバイブレータを駆動して時間eが経過した後、駆動停止すると、打設時にモータを再起動しなければならない。コンクリートの打設工事をする場合は、コンクリートバイブレータを6,000 r.p.m.で駆動すると、打設時間がかかり過ぎるし、長時間かけて締め固めを終了しても脱泡が不完全となる。図5(b)と図5(d)を考察し以下の知見を得た。12,000r.p.m.のときの電圧値が気泡量に略対応した略双曲線変化を示すのに対して、6,000 r.p.m.のときの気泡量と仕事量と電圧値は短時間に減少することではなく、電圧値が気泡量に対応した変化曲線を示さない。

【0006】本発明は、上記の知見に基づいて従来技術の欠点を解消したものであり、コンクリートを打設する

種々の建設工事においてコンクリートを打設開始時には自動的に高回転数となってコンクリートに高振動エネルギーを与えてコンクリートの脱泡を迅速に行わせる一方、脱泡が促進し一応満足できる締め固め強度が得られる状況になったら自動的に低回転数となってコンクリートの脱泡を緩やかに継続しかつコンクリート成分の分離の促進を抑制することができかつコンクリート投入時が判断できるコンクリートバイブレータを提供するものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本願発明は、上記の課題を解決するために、速度指令制御回路7から出力する速度指令信号に基づいてモータ回転数を可変し得るコンクリートバイブレータにおいて、前記速度指令制御回路7は、モータ電流に比例した電圧 $e_g$ を検出し検出電圧 $e_g$ がコンクリートの投入により一定値以上に高くなるときは振動が大きくなり脱泡が短い締め固め時間Aで終了し得るようにモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、締め固め時間が経過して検出電圧 $e_g$ が一定値以下に低くなるときは振動が小さくなるようにモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するように構成されていることを特徴とするコンクリートバイブレータを提供するものである。

【0008】本願発明は、前記速度指令制御回路7は、モータ電流に比例した電圧 $e_g$ を検出し閾値電圧 $e_{11}$ と比較し検出電圧 $e_g$ が閾値電圧 $e_{11}$ よりも大きいときはモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、また検出電圧が閾値電圧 $e_{11}$ よりも小さいときはモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するように構成するのが好ましく、さらに具体的には、速度指令制御回路7は、モータ電流に比例した電圧 $e_g$ を検出し検出電圧 $e_g$ を平均化するフィルタ回路71と、前記平均化電圧 $e_{10}$ を入力して該平均化電圧 $e_{10}$ が予め入力設定される単一の閾値電圧 $e_{11}$ と比較して大きいときは高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を出力しまた小さいときは低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力する速度指令切替回路72と、前記速度指令切替回路72から速度指令切替信号 $e_{12H}$ 、 $e_{12L}$ を入力するようになっていて、高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を入力したときはモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、また低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を入力したときはモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するようになっていて速度指令回路73とから構成するのが好ましい。

【0009】本願発明の速度指令制御回路7は、モータ電流に比例した電圧 $e_g$ を検出し大小二つの閾値電圧 $e_{11H}$ 、 $e_{11L}$ のいずれかと比較するようになっていて、コンクリートの投入により検出電圧 $e_g$ が閾値電圧（小） $e_{11L}$ よりも大きくなるときは、振動が大きくなって脱泡が短い締め固め時間Aで終了し得るようにモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力しかつ閾値電

圧（小） $e_{11L}$ から閾値電圧（大） $e_{11H}$ に切り替えるとともに、締め固め時間が経過して検出電圧 $e_g$ が閾値電圧（大） $e_{11H}$ よりも小さくなるときは、振動が小さくなるようにモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力しかつ閾値電圧（大） $e_{11H}$ から閾値電圧（小） $e_{11L}$ に切り替えるように構成するのが好ましく、さらに具体的には、速度指令制御回路7は、モータ電流に比例した電圧 $e_g$ を検出し検出電圧 $e_g$ を平均化するフィルタ回路71と、平均化電圧 $e_{10}$ と閾値電圧 $e_{11H}$ 、 $e_{11L}$ を入力して平均化電圧 $e_{10}$ が閾値電圧（小） $e_{11L}$ よりも大きいときは高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を、また平均化電圧 $e_{10}$ が閾値電圧（大） $e_{11H}$ よりも小さいときは低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力する速度指令切替回路72と、前記速度指令切替回路72から高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を入力したときはモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、また前記速度指令切替回路72から低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を入力したときはモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力する速度指令回路73と、前記速度指令切替回路72から出力する速度指令切替信号 $e_{12H}$ 、 $e_{12L}$ を前記速度指令回路73に入力する前位置で分岐入力して、該速度指令切替信号が、モータを高回転させる速度指令切替信号 $e_{12H}$ から低回転させる速度指令切替信号 $e_{12L}$ に切り替えるときは遅延時間 $m_1$ 経過後に閾値電圧（小） $e_{11L}$ を前記速度指令切替回路72に切り替え出力し、またモータを低回転させる速度指令切替信号 $e_{12L}$ から高回転させる速度指令切替信号 $e_{12H}$ に切り替えるときは遅延時間 $m_2$ 経過後に閾値電圧（大） $e_{11H}$ を前記速度指令切替回路72に切り替え出力する閾値電圧切替回路74とから構成するのが好ましい。

#### 【0010】

【実施の形態】本願発明のコンクリートバイブレータの第一の実施の形態を図1及び図2を参照して説明する。この実施の形態は、センサレスブラシレスモータを使用したものを示す。図1に示すように、モータ制御回路は、永久磁石回転子1と、三本の固定子巻線21、22、23がY結線された三相固定子巻線2と、直流電源8から給電されて転流制御信号によりトランジスタ群U+、V+、W+、U-、V-、W-を所要にオン・オフ制御して出力線31、32、33に交流電圧を出力して三相固定子巻線2の転流を制御する三相インバータ3と、三本の抵抗線51、52、53がY結線されかつ各抵抗線51、52、53の非中性点側端子が前記三相固定子巻線2の三本の固定子巻線21、22、23の対応する非中性点側端子に接続された三相抵抗回路5aを有し、該三相抵抗回路5aの中性点の電位 $e_2$ と前記三相固定子巻線2の中性点の電位 $e_1$ とを差動増幅器5bに入力して三相固定子巻線2の各固定子巻線の誘起電圧を検出し該誘起電圧に含まれる基本波の $3 \times n$ 倍の高調波

の中から永久磁石回転子1の所定回転位置に応じた基本波の三倍の高調波にのみ対応した所要の回転位置信号 $e_3$ を出力する回転位置検出回路5と、回転位置信号 $e_3$ を入力してインバータ駆動基準信号 $m$ と回転速度対応信号 $e_4$ を転流制御回路4へ出力するマイクロコンピュータ6と、インバータ駆動基準信号 $m$ と回転速度対応信号 $e_4$ を入力してパルス幅変調を行い三相インバータ3へ転流制御信号 $e_6$ を出力する転流制御回路4と、モータ電流の大小に基づいてモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ と低回転に切り換えるように速度指令信号 $e_{5L}$ を転流制御回路4へ出力する速度指令制御回路7とで構成されている。

【0011】転流制御回路4は、比較器41とパルス幅変調部(PWM)42とリミット回路43を備えている。

【0012】比較器41は、速度指令制御回路7から速度指令信号 $e_{5H}$ 、 $e_{5L}$ を入力するとともに、マイクロコンピュータ6から出力する回転速度対応信号 $e_4$ を入力して回転速度と速度指令信号 $e_5$ との偏差信号をパルス幅変調部42に対して出力する。

【0013】パルス幅変調部(PWM)42は、前記偏差信号とインバータ駆動基準信号 $m$ を入力してインバータ3の各トランジスタをパルス幅変調する転流制御信号とする。

【0014】リミット回路43は、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_9$ と予め設定されている過電流値と比較し、電圧 $e_9$ が過電流値以下のときは転流制御信号 $e_6$ を出力し、電圧 $e_9$ が過電流値以上になると、三相インバータ3の全てのトランジスタがオフとなるように転流制御信号 $e_6$ を出力制御する。

【0015】速度指令制御回路7は、フィルタ回路71と、速度指令切替回路72と、速度指令回路73とからなる。

【0016】フィルタ回路71は、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_9$ を入力してコンデンサにより誤動作やチャタリングが生じないように安定化させて電圧 $e_{10}$ を出力する。

【0017】速度指令切替回路72は、フィルタ回路71から出力する平均化電圧 $e_{10}$ を入力して該平均化電圧 $e_{10}$ が予め入力設定される閾値電圧 $e_{11}$ と比較して大きいときは高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を出力し、また平均化電圧 $e_{10}$ が予め入力設定される閾値電圧 $e_{11L}$ と比較して小さいときは低レベルの速度指令切替信号 $e_{12}$ を出力する。

【0018】速度指令回路73は、速度指令切替回路72から高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を入力したときは振動が大きくなりコンクリートの脱泡が短時間で終了し得る高回転数、例えば12,000r.p.mとなるように速

度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、また速度指令切替回路の出力信号が低レベル信号であるときは振動が小さくなりコンクリートの脱泡機能が低い低回転数、例えば6,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力する。

【0019】次に、作用を説明する。まず、モータの駆動を説明する。運転信号 $e_8$ をマイクロコンピュータ6に入力すると、マイクロコンピュータ6はインバータ時駆動基準信号 $m$ を転流制御回路4へ出力する。転流制御回路4は、インバータ起動時駆動基準信号 $m$ に対応した転流制御信号 $e_6$ を三相インバータ3へ出力する。三相インバータ3は、転流制御回路4からの転流制御信号 $e_6$ を入力し、トランジスタ群 $U+$ 、 $V+$ 、 $W+$ 、 $U-$ 、 $V-$ 、 $W-$ を所要にオン・オフ制御し、出力線31、32、33より二相励磁(または二相励磁)の交流電圧を出力する。三相固定子巻線2には、初期励磁電流が流れて永久磁石回転子1が制振され、次いで励磁電流が流れて回転磁界が発生し、該回転磁界に同期して永久磁石回転子1が起動回転する。

【0020】起動後は、マイクロコンピュータ6は回転位置検出回路5から入力する回転位置信号 $e_3$ に基づいてインバータ駆動基準信号 $m$ と回転速度対応信号 $e_4$ を転流制御回路4へ出力し、転流制御回路4は回転速度対応信号 $e_4$ と速度指令信号 $e_5$ を入力して回転速度対応信号 $e_4$ が速度指令信号 $e_{5H}$ 又は $e_{5L}$ との偏差を解消するように、パルス幅変調部42においてパルス幅変調の変調幅を決定する。パルス幅変調信号は、リミット回路43を通して転流制御信号 $e_6$ として三相インバータ3へ出力し、三相インバータ3は、内部のトランジスタ群 $U+$ 、 $V+$ 、 $W+$ 、 $U-$ 、 $V-$ 、 $W-$ をオン・オフ制御して出力線31、32、33より二相励磁の交流電圧を出力してセンサレスブラシレスモータ駆動を行い、直流モータと等価の電気-機械エネルギー変換が行われ、永久磁石回転子1が所定回転速度に加速されていき、実速度を速度指令信号 $e_{5H}$ 又は $e_{5L}$ の指令速度に一致させる。

【0021】速度指令信号 $e_{5H}$ 、 $e_{5L}$ は、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_9$ の変化に依存するようになっている。今、コンクリートを打って運転信号 $e_8$ をマイクロコンピュータ6に入力してコンクリートパイプレータを駆動すると、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_9$ は、図2(b)において、a⇒bのように短時間に最大値まで立ち上がる。点bの電圧 $e_9$ は最大値を示し閾値電圧 $e_{11}$ よりも高いので、速度指令切替回路72は高レベル信号 $e_{12}$ を出力する。従って、高レベル信号 $e_{12}$ を入力した速度指令回路73は、12,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5H}$ を出力するから、コンクリートパイプレータのモータは12,000r.p.mとなる。このため、脱泡に必要な振動エネルギーが十分な大きさとなり、脱泡が短時間に

行われ、コンクリートに残留する気泡量は、図2(a)において、c-dのように短時間に略双曲線変化を示して減少する。すると、図2(a)のc-dの気泡量の変化に対応するように、電圧値及び仕事量は、図2(b)において、b-eまたはb'-e'のように双曲線変化を示して減少する。速度指令切替回路72に設定される閾値電圧 $e_{11}$ は電圧 $e_g$ が点eに降下したときの値としてある。電圧 $e_g$ が閾値電圧 $e_{11}$ まで降下する時点は、図2(a)において気泡量がdに減少した時点であり、この時点でコンクリートの締め固めが一応終了することになる。この時点のコンクリートの成分の分離量は、図2(a)の $Q_1$ で十分に小さな量である。この時点以降は、何時でも次のコンクリート打設に入ることができる。

【0022】電圧 $e_g$ が閾値電圧 $e_{11}$ まで降下すると、速度指令切替回路72は低レベル信号 $e_{12}$ を出力する。従って、低レベル信号 $e_{12}$ を入力した速度指令回路73は、6,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するから、コンクリートバイブレータのモータは6,000r.p.mとなる。このため、脱泡に必要な振動エネルギーが12,000r.p.mのときの四分の一となり、脱泡が極端に少なくなるから気泡量の変化は図2(a)のd-fのように変化が少なくなる。また、モータが6,000r.p.mとなると、電圧値及び仕事量は図2(b)においてそれぞれe-g-h又はe'-g'-h'と変化する。

【0023】この間に、コンクリートの成分の分離量は、図2(a)に示すように、 $Q_2$ となるが6,000r.p.mのときの勾配係数は12,000r.p.mのときの勾配係数よりも小さいので、図2(a)において時間Aが経過し時間Bが時間Aと略等しくなるまで経過しても、 $Q_2$ が $Q_1$ よりも僅かに大きくなるだけなので、従来のように振動エネルギーを大きくして短時間に脱泡を行って十分な締め固めができて打設時間を大きくとってしまったときに成分分離が大きく進行してコンクリートの強度が脆くなるという欠点は解消する。なお、経過時間Bを確保することは、一応の締め固め時間Aが経過後にもまとまった脱泡が起こることがあるので好ましい。そうして、時間Aが経過してモータが6,000r.p.mになった時点以降は、振動が小さいので作業者は、一応の締め固め時間が経過したことを知ることができ、次の打設に入っても良いことを知ることができる。

【0024】続いて、コンクリートの投入を行うと、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_g$ は、漸次増大し僅少時間 $p_1$ が経過すると閾値電圧 $e_{11}$ よりも再び高くなるので、速度指令切替回路72が高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を切替え出力するから、速度指令回路73は、再び12,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5H}$ を出力しコンクリートバイブレータのモータは12,000r.p.mとなる(図2(b)のh-i-jで示す)。このため、コンクリートを投入してから僅少時間 $p_1$ が経過すると、モ

ータは12,000r.p.mとなって振動が大きく復帰して脱泡を短時間に行い、このため、コンクリートに残留する気泡量は、図2(a)において、k-mのように短時間に略双曲線変化を示して減少し、電圧値及び仕事量は、図2(b)において、j-kまたはj'-k'のように双曲線変化を示して減少する。そうして、電圧 $e_g$ が閾値電圧 $e_{11}$ まで降下すると、再び速度指令切替回路72が低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力し、速度指令回路73が6,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するから、コンクリートバイブレータのモータ回転数は6,000r.p.mとなり、振動が小さくなって脱泡が極端に少なくなるとともにコンクリートの成分の分離量の増加が抑制される。なお、図2(a)において、三つのピークc, k, nが相違しているのは、コンクリートの打設量の相違によるものである。

【0025】本願発明のコンクリートバイブレータの第二の実施の形態を図3のブロック回路図及び図4のグラフ図を参照して説明する。なお、図3のブロック回路図において、速度指令制御回路7以外の構成部分は、図1のブロック回路図と同一であるので説明は省略する。

【0026】速度指令制御回路7は、フィルタ回路71と、速度指令切替回路72と、速度指令回路73と、閾値電圧切替回路74とからなる。

【0027】フィルタ回路71は、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_g$ を入力してコンデンサにより誤動作やチャタリングが生じないように安定化させて電圧 $e_{10}$ を出力する。

【0028】速度指令切替回路72は、フィルタ回路71から出力する平均化電圧 $e_{10}$ と閾値電圧切替回路74から出力する閾値電圧 $e_{11H}$ 、 $e_{11L}$ を入力するようになっていて、閾値電圧切替回路74から出力する閾値電圧が閾値電圧(大) $e_{11H}$ であるときに平均化電圧 $e_{10}$ が閾値電圧(大) $e_{11H}$ よりも小さいときは低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力し、また閾値電圧切替回路74から出力する閾値電圧が閾値電圧(小) $e_{11L}$ であるときに平均化電圧 $e_{10}$ が閾値電圧(小) $e_{11L}$ よりも大きいときは高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を出力する。

【0029】速度指令回路73は、速度指令切替回路72から高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を入力したときは振動が大きくなりコンクリートの脱泡が短時間で終了し得る高回転数、例えば12,000r.p.mとなるようにモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力し、また前記速度指令切替回路72から低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を入力したときは振動が小さくなりコンクリートの脱泡機能が低い低回転数、例えば6,000r.p.mとなるようにモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力する。

【0030】閾値電圧切替回路74は、速度指令切替回

路72から出力する速度指令切替信号 $e_{12H}$ 、 $e_{12L}$ を速度指令回路73に入力する前位置で分岐入力して、該速度指令切替信号が、モータを高回転させる速度指令切替信号 $e_{12H}$ から低回転させる速度指令切替信号 $e_{12L}$ に切り替わったときは遅延時間 $m_1$ 経過後に閾値電圧(小) $e_{11L}$ を速度指令切替回路72に切り替え出力し、またモータを低回転させる速度指令切替信号 $e_{12L}$ から高回転させる速度指令切替信号 $e_{12H}$ に切り替わったときは遅延時間 $m_2$ 経過後に閾値電圧(大) $e_{11H}$ を速度指令切替回路72に切り替え出力する。

【0031】従って、速度指令制御回路7は、モータ電流に比例した電圧 $e_g$ を検出し大小二つの閾値電圧 $e_{11H}$ 、 $e_{11L}$ のいずれかと比較するようになっていて、コンクリートの投入により検出電圧 $e_g$ が閾値電圧(小) $e_{11L}$ よりも大きくなるときは、振動が大きくなり脱泡が短い締め固め時間Aで終了し得るようにモータを高回転させる速度指令信号 $e_{5H}$ を出力しかつ閾値電圧(小) $e_{11L}$ から閾値電圧(大) $e_{11H}$ に切り替えるとともに、締め固め時間Aが経過して検出電圧 $e_g$ が閾値電圧(大) $e_{11H}$ よりも小さくなるときは、振動が再び小さくなるようにモータを低回転させる速度指令信号 $e_{5L}$ を出力しかつ閾値電圧(大) $e_{11H}$ から閾値電圧(小) $e_{11L}$ に切り替えるように構成されている。

【0032】運転信号 $e_g$ をマイクロコンピュータ6に入力すると、閾値電圧切替回路74は、最初は閾値電圧(小) $e_{11L}$ を速度指令切替回路72に出力するようになっており、このため、速度指令切替回路72は低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力し、速度指令回路73は、6,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するから、コンクリートパイプレータのモータは6,000r.p.mで駆動するようになっている。

【0033】次に、作用を説明する。今、最初のコンクリートを投入してコンクリートパイプレータを置いて運転信号 $e_g$ をマイクロコンピュータ6に入力すると、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_g$ は、図4(b)において、 $a \Rightarrow b$ のように短時間に最大値まで立ち上がる。点bの電圧 $e_g$ は最大値を示し閾値電圧(小) $e_{11L}$ よりも高いので、速度指令切替回路72は高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を出力する。従って、高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を入力した速度指令回路73は、12,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5H}$ を出力するから、コンクリートパイプレータのモータは12,000r.p.mとなる。このため、脱泡に必要な振動エネルギーが十分な大きさとなり、脱泡が短時間に行われ、コンクリートに残留する気泡量は、図4(a)において、 $c-d$ のように短時間に略双曲線変化を示して減少する。すると、図4(a)の $c-d$ の気泡量の変化に対応するように、電圧値及び仕事量は、図4(b)において、 $b-e$ または $b'-e'$ のように双曲線変化を示して減少する。検出電圧 $e_g$

が閾値電圧(大) $e_{11H}$ まで降下する時点は、図4(a)において気泡量が $d$ に減少した時点であり、この時点でコンクリートの締め固めが一応終了することになる。この時点のコンクリートの成分の分離量は、図4(a)の $Q_1$ で十分に小さな量である。この時点以降は、何時でも次のコンクリートの投入ができる。

【0034】締め固め時間Aが経過して検出電圧 $e_g$ が閾値電圧(大) $e_{11H}$ まで降下すると、速度指令切替回路72は低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力する。従って、低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を入力した速度指令回路73は、6,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力するから、コンクリートパイプレータのモータは6,000r.p.mとなる。このため、脱泡に必要な振動エネルギーが12,000r.p.mのときの四分の一となり、脱泡が極端に少なくなるから気泡量の変化は図4(a)の $d-f$ のように変化が少なくなる。また、モータが6,000r.p.mとなると、電圧値及び仕事量は図4(b)においてそれぞれ $e-g-h$ 又は $e'-g'-h'$ と変化する。この間に、コンクリートの成分の分離量は、図4(a)に示すように、 $Q_2$ となるが6,000r.p.mのときの勾配係数は12,000r.p.mのときの勾配係数よりも小さいので、図4(a)において時間Aが経過し時間Bが時間Aと略等しくなるまで経過しても、 $Q_2$ が $Q_1$ よりも僅かに大きくなるだけなので、従来のように振動エネルギーを大きくして短時間に脱泡を行って十分な締め固めができて打設時間を大きくとってしまったときに成分分離が大きく進行してコンクリートの強度が脆くなるという欠点は解消する。そうして、時間Aが経過してモータが6,000r.p.mになった時点以降は、振動が小さいので作業者は、一応の締め固め時間が経過したことを知ることができ、次の打設に入っても良いことを知ることができる。

【0035】そうして、速度指令回路73が6,000r.p.mとなるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力すると、これを閾値電圧切替回路74が検出し、該検出時点から遅延時間 $m_1$ が経過すると、閾値電圧切替回路74が閾値電圧(小) $e_{11L}$ を速度指令切替回路72に切り替え出力し、このとき速度指令切替回路72に入力する平均化電圧 $e_{10}$ は閾値電圧(小) $e_{11L}$ よりも十分に小さくなっている。従って、速度指令信号 $e_{5L}$ が閾値電圧の切替えに先行して出力されモータの回転数が6,000r.p.mとなつてから閾値電圧が切替わるので、速度指令切替回路72が低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を安定して出力することが保障される。

【0036】続いて、コンクリートの投入を行うと、三相インバータ3の電流検出抵抗3aからトランジスタに流れた電流に比例した電圧 $e_g$ は、殆どタイムラグなく上昇して閾値電圧(小) $e_{11L}$ よりも再び高くなるので、速度指令切替回路72が高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を切り替え出力するから、速度指令回路73は、

再び12,000r.p.m.となるように速度指令信号 $e_{5H}$ を出力しコンクリートバイブレータのモータは12,000r.p.m.となる(図4(b)のh-i-jで示す)。このため、コンクリートを投入すると、直ぐにモータは12,000r.p.m.となって振動を大きく復帰して短時間に脱泡を行う。

【0037】そうして、速度指令回路73が12,000r.p.m.となるように速度指令信号 $e_{5H}$ を出力すると、これを閾値電圧切替回路74が検出し、該検出時点から遅延時間 $m_2$ が経過すると、閾値電圧切替回路74が閾値電圧(大) $e_{11H}$ を速度指令切替回路72に切り替え出力し、このとき速度指令切替回路72に入力する平均化電圧 $e_{10}$ は閾値電圧(大) $e_{11H}$ よりも十分に大きくなっている。従って、速度指令信号 $e_{5H}$ が閾値電圧の切替えに先行して出力されモータの回転数が12,000r.p.m.となってから閾値電圧が切替わるので、速度指令切替回路72が高レベルの速度指令切替信号 $e_{12H}$ を安定して出力することが保障される。

【0038】前述のように、コンクリートを投入してモータが12,000r.p.m.になると、コンクリートに残留する気泡量は、図4(a)において、k-mのように短時間に略双曲線変化を示して減少し、電圧値及び仕事量は、図4(b)において、j-kまたはj'-k'のように双曲線変化を示して減少する。そうして、時間が経過し電圧 $e_9$ が漸次降下し閾値電圧(大) $e_{11H}$ まで降下すると、再び速度指令切替回路72が低レベルの速度指令切替信号 $e_{12L}$ を出力し、速度指令回路73が6,000r.p.m.となるように速度指令信号 $e_{5L}$ を出力し、遅延時間 $m_1$ が経過すると、閾値電圧切替回路74が閾値電圧(小) $e_{11L}$ を切り替え出力するので、コンクリートバイブレータのモータ回転数は確実に6,000r.p.m.となり、振動が小さくなって脱泡が極端に少なくなるとともにコンクリートの成分の分離量の増加が抑制される。

【0039】上記の二つの実施の形態に係るコンクリートバイブレータはいずれも三相交流のセンサレスブラシレスモータを使用しているが、本願発明は、速度指令信号に基づいてモータ制御回路がモータ回転数を可変し得るモータに広く適用することができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明してきたように、本願発明のコンクリートバイブレータによれば、コンクリートを打設する種々の建設工事においてコンクリートの打設開始時は自動的に高回転数となってコンクリートに高振動エネルギーを与えてコンクリートの脱泡を迅速に行わせる一方、脱泡が促進し一応満足できる締め固め強度が得られる状況になったら自動的に低回転数となってコンクリートの脱泡を緩やかに継続しかつコンクリート成分の分離の促進を抑制し得る。本願発明のコンクリートバイブレータによれば、コンクリートの種類に応じたスランプ値を入力設定する必要がなく、また打設量が変わって締め固め時間が変わっても振動時間を入力設定する必要がな

い。本願発明のコンクリートバイブレータによれば、振動時間等の入力設定が全くないのに締め固め終了時が判別できる。本願発明のコンクリートバイブレータによれば、コンクリートの種類及び打設量が多量・少量のいかに係わらず、短い時間で締め固めでき、打設時間が長くなっても成分分離の進行を回避できるので、熟練を要せずにコンクリートの打設に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の第一の実施の形態に係るコンクリートバイブレータのブロック回路。

【図2】(a)は本願発明の第一の実施の形態のコンクリートバイブレータを使用してコンクリートの打設工事をしたときの気泡量及び分離量と時間との関係を示すグラフ、(b)は同コンクリートバイブレータを使用してコンクリートの打設工事をしたときの電圧値及び仕事量と時間との関係を示すグラフ。

【図3】本願発明の第二の実施の形態に係るコンクリートバイブレータのブロック回路。

【図4】(a)は本願発明の第二の実施の形態のコンクリートバイブレータを使用してコンクリートの打設工事をしたときの気泡量及び分離量と時間との関係を示すグラフ、(b)は同コンクリートバイブレータを使用してコンクリートの打設工事をしたときの電圧値及び仕事量と時間との関係を示すグラフ。

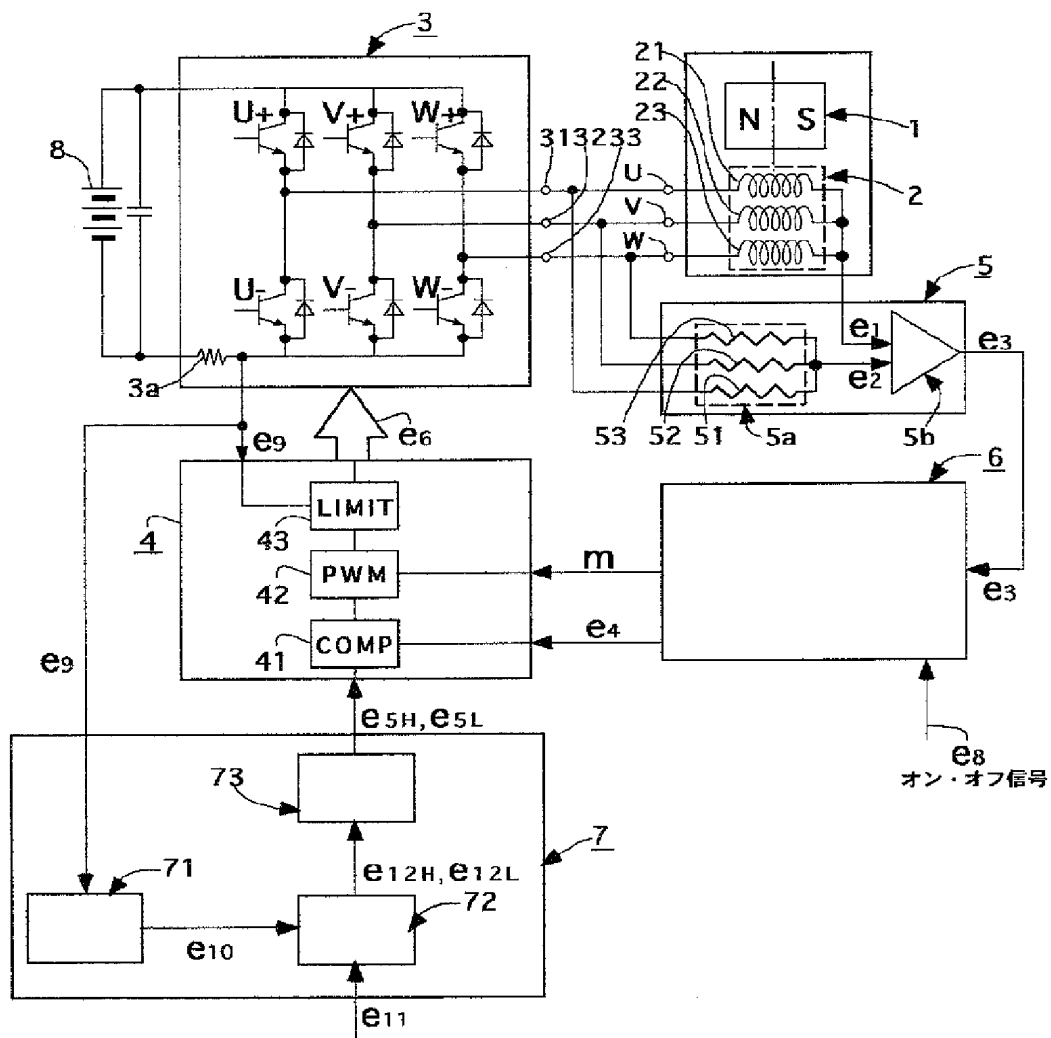
【図5】(a)は従来のコンクリートバイブレータを12,000r.p.m.で回転させたときの気泡量及び分離量と時間との関係を示すグラフ、(b)は従来のコンクリートバイブレータを12,000r.p.m.で回転させたときの仕事量及び電圧値と時間との関係を示すグラフ、(c)は従来のコンクリートバイブレータを6,000r.p.m.で回転させたときの気泡量及び分離量と時間との関係を示すグラフ、(d)は従来のコンクリートバイブレータを6,000r.p.m.で回転させたときの仕事量及び電圧値と時間との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

|           |                     |
|-----------|---------------------|
| 7         | ・・・速度指令制御回路         |
| 71        | ・・・フィルタ回路           |
| 72        | ・・・速度指令切替回路         |
| 73        | ・・・速度指令回路           |
| 74        | ・・・閾値電圧切替回路         |
| $e_{5H}$  | ・・・モータを高回転させる速度指令信号 |
| $e_{5L}$  | ・・・モータを低回転させる速度指令信号 |
| $e_9$     | ・・・モータ電流に比例した電圧     |
| $e_{10}$  | ・・・平均化電圧            |
| $e_{11}$  | ・・・閾値電圧             |
| $e_{11H}$ | ・・・閾値電圧(大)          |
| $e_{11L}$ | ・・・閾値電圧(小)          |
| $e_{12H}$ | ・・・高レベルの速度指令切替信号    |
| $e_{12L}$ | ・・・低レベルの速度指令切替信号    |

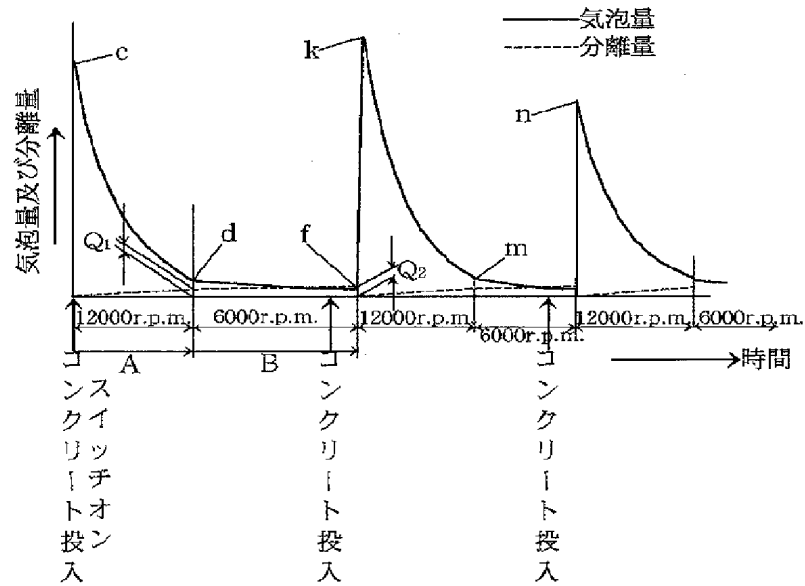


【図1】

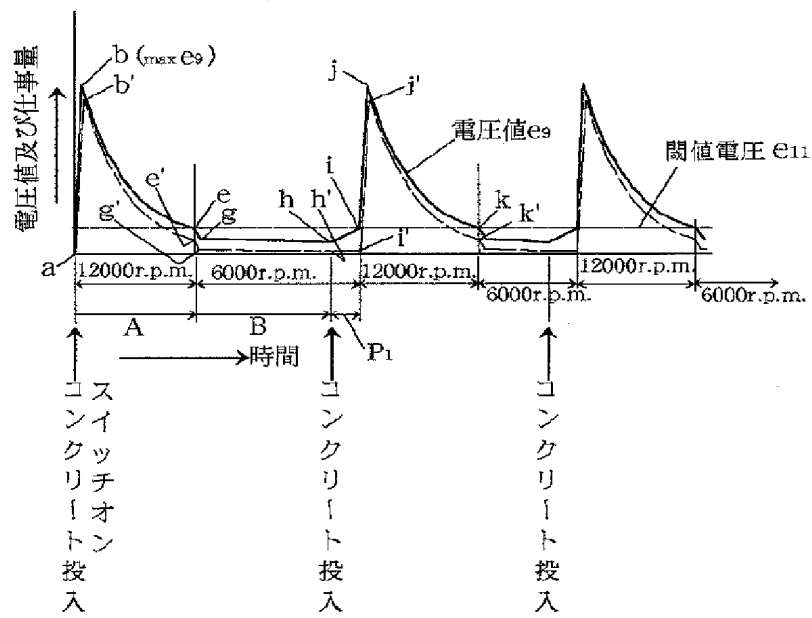


【図2】

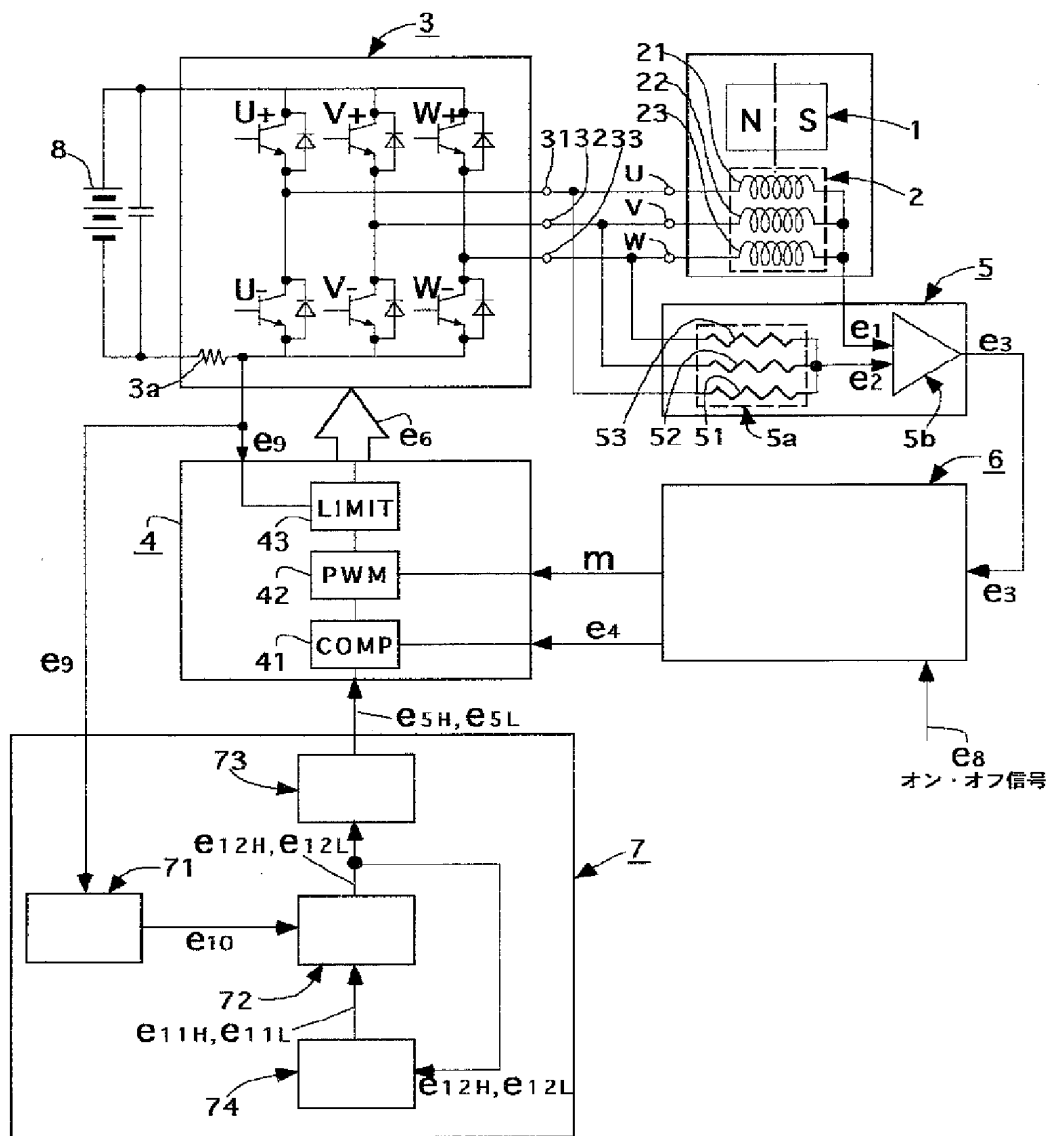
(a)



(b)

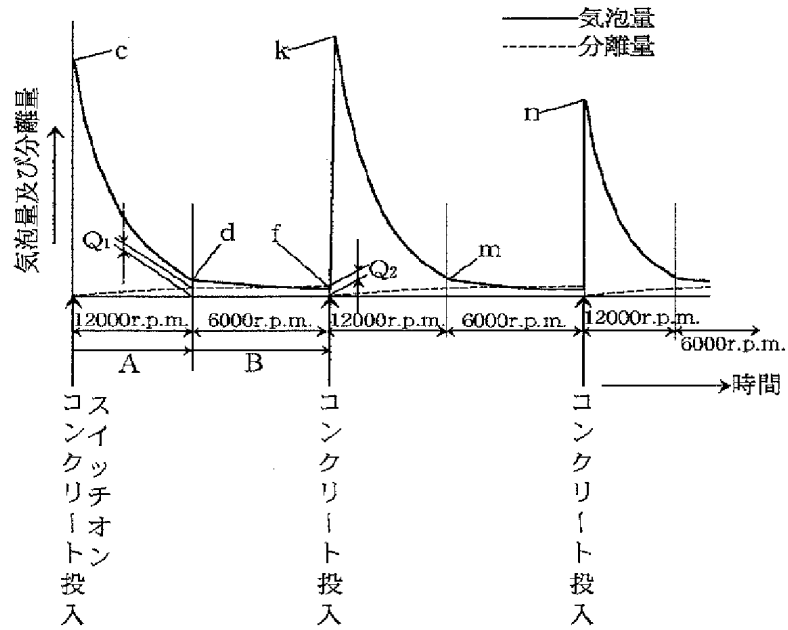


【図3】

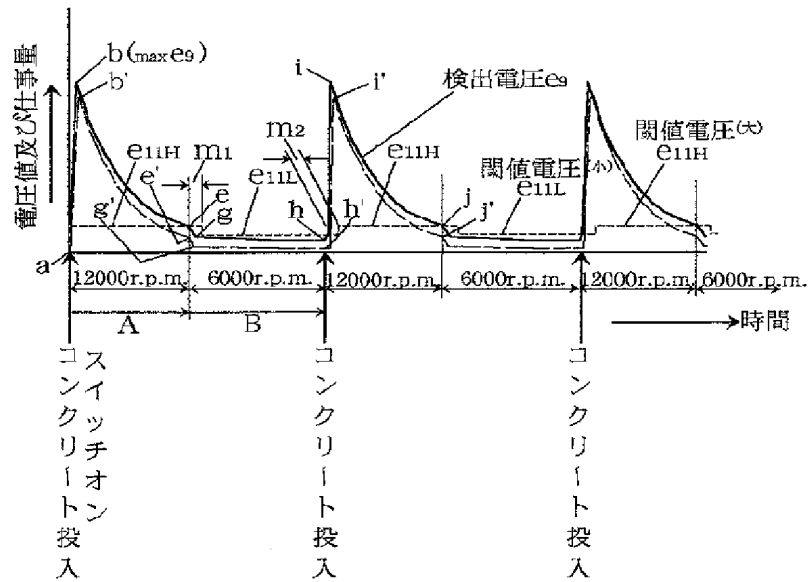


【図4】

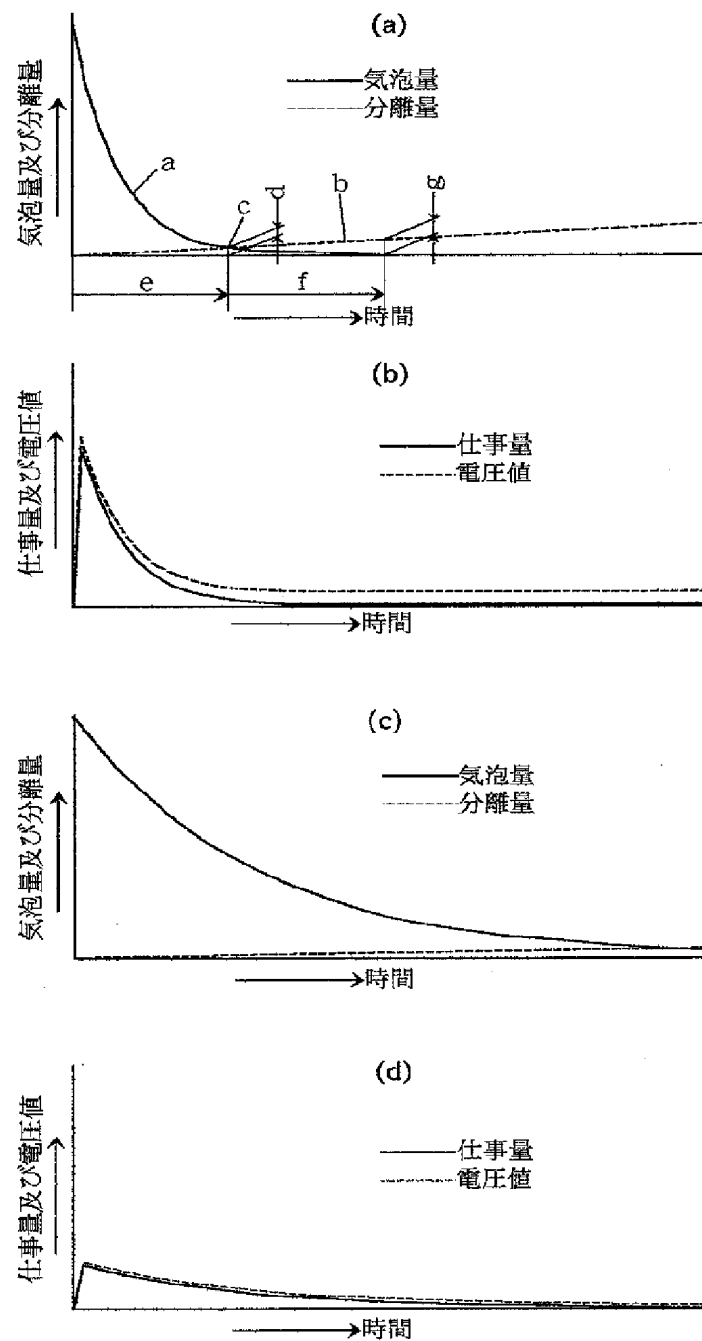
(a)



(b)



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 智生  
埼玉県南埼玉郡白岡町大字下大崎15-1  
三笠産業株式会社技術研究所内

(72)発明者 田中 義一  
埼玉県南埼玉郡白岡町大字下大崎15-1  
三笠産業株式会社技術研究所内